

# DEVICE FOR DETACHABLY CONNECTING AND DISPLACING TWO SHAFTS THAT CAN BE DISPLACED IN RELATION TO ONE ANOTHER WITH REGARD TO THE ROTATION ANGLES THEREOF

**Publication date:** 2003-09-04

**Applicant:** INA SCHAEFFLER KG (DE)

- international: **F01L1/34; F01L1/344; F01L1/46; F01L1/00; F01L1/34; F01L1/344; (IPC1-7): F16D3/10; F01L1/344; H02K7/10**

**Application number:** DE20021007760 20020223

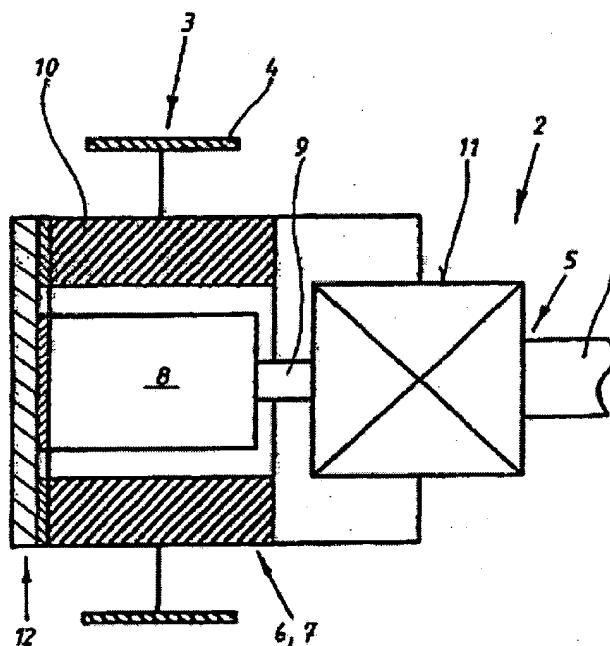
**Also published as:**

風

AU2003206807 (A1)

Abstract not available for DE10207760

The invention relates to a device for detachably connecting and displacing the crankshaft and the camshaft (1) of an internal combustion engine, comprising a setting gearing (2), which is constructed as a three-shaft gearing and has a crankshaft-connected input shaft (3), a camshaft-connected output shaft (5), and a setting motor (6, 7) that rotates therewith. The rotor (8) of the setting motor is connected in a fixed manner to a setting shaft (9) of the setting gearing (2), and the stator (10) of the setting motor is connected in a fixed manner to the input shaft (3). The electric power consumption, when maintaining and setting control positions of the camshaft (1), is minimized in that the torque balance of the three shafts (3, 5, 9), which is necessary for fixing a control position of the camshaft (1), or their synchronous speed are achieved by coupling the input shaft (3) and the setting shaft (9), preferably via a holding torque of the setting motor (6, 7) in conjunction with a multiplication ratio, which converts the camshaft torque to the level of the holding torque, between the output shaft (5) and the setting shaft (9) of a low-friction three-shaft gearing.





## Beschreibung

## Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum lösba-  
ren Verbinden und Verstellen zweier zueinander drehwin-  
kelverstellbarer Wellen, insbesondere nach dem Oberbegriff  
des Anspruchs 1.

## Hintergrund der Erfindung

[0002] Bei modernen Hochleistungsmotoren wird durch  
Variation der Steuerzeiten der Gaswechselventile eine Ver-  
brauchs-, Emissions- und Leistungsverbesserung über den  
gesamten Last- und Drehzahlbereich erreicht. Dazu dient  
ein Nockenwellenversteller. Dieser fixiert die Drehwinkel-  
lage der Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle während  
etwa 90% der Betriebsdauer des Motors in bestimmten Po-  
sitionen, den sogenannten Regellagen und verändert diesel-  
ben während nur etwa 10% der Betriebszeit.

[0003] Nockenwellenverstellsysteme mit einem elektri-  
schen Verstellmotor weisen das Potential hoher Verstellge-  
schwindigkeit und Regelgenauigkeit auf, wodurch diese auf  
steigendes Interesse stoßen. Erfolgt die Fixierung der jewei-  
ligen Regellage über das Haltemoment des Verstellmotors,  
so bedarf es dazu einer erheblichen elektrischen Energie-  
menge. Diese belastet das Bordnetz des Fahrzeuges und be-  
deutet Energieverlust.

[0004] Die Regellagen der Nockenwelle können auch  
durch ein selbsthemmendes oder selbstbremsendes Verstell-  
getriebe fixiert werden. Auf diese Weise entfällt der hohe  
Stromverbrauch im geregelten Betrieb durch Entfall des  
Haltemoments des Verstellmotors.

[0005] In diesem Fall besteht jedoch im Verstellbetrieb  
das Problem hoher mechanischer Verluste, da ein selbst-  
hemmendes Verstellgetriebe bei vergleichbarer Auslegung  
gegenüber einem solchen ohne Selbsthemmung einen um  
etwa die Hälfte reduzierten mechanischen Wirkungsgrad  
aufweist.

[0006] Trotz dieser hohen Reibverluste ist es wegen des  
stark impulsartigen Drehmoments der Nockenwelle  
schwierig, das bei Regellage erforderliche Drehmomenten-  
gleichgewicht durch Selbsthemmung zu erreichen. Das gilt  
um so mehr, wenn die Getriebeverzahnung Verdrehspiel  
aufweist, das zudem durch Verschleiß des Verstellgetriebes  
mit dessen Betriebsdauer zunimmt.

## Aufgabe der Erfindung

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen  
elektromotorisch verstellbaren Nockenwellenversteller zu  
schaffen, bei dem die Regelstellung der Nockenwelle mit  
geringem elektrischen Energieaufwand fixier- und verstell-  
bar ist.

## Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die  
Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Die im Verhältnis  
von Halte- zu Nockenwellenmoment stehende Übersetzung  
zwischen der Verstell- und Abtriebs- bzw. Nockenwelle er-  
möglicht ein Drehmomentengleichgewicht zwischen den  
drei Wellen des Verstellgetriebes und damit einen Gleich-  
lauf derselben auch bei niedrigem Haltemoment. Dieses er-  
möglicht trotz fehlender Selbsthemmung des Verstellgetrie-  
bes einen niedrigen Energieaufwand zum Koppeln von Ro-  
tor und Stator des Verstellmotors. Durch die geringe Rei-  
bung im Verstellgetriebe ist auch der elektrische Energiever-

brauch beim Verstellen desselben gering.

[0009] Drehmomentengleichgewicht und Gleichlauf der  
drei Wellen erhöhen auch die Drehsteifigkeit des Nocken-  
wellenantriebs in Regellage der Nockenwelle und reduzie-  
ren so deren Drehwinkelschwingungen.

[0010] Der verringerte Stromverbrauch gestattet eine Ver-  
kleinerung des Verstellmotors und der Stromversorgung und  
erhöht deren Lebensdauer durch Senken der Wärmebelas-  
tung.

[0011] Als Dreiwellengetriebe kommen z. B. Planeten-  
oder Exzentergetriebe in Frage. Anstelle eines elektrischen  
Verstellmotors sind grundsätzlich auch ein hydraulischer  
oder pneumatischer Stellantrieb denkbar.

[0012] Eine vorteilhafte Ausbildung der Erfindung besteht  
darin, dass der Verstellmotor ein Permanentmagnet-Verstell-  
motor oder ein fremderregter Verstellmotor ist. Permanent-  
magnet-Verstellmotoren sind Gleichstrommotoren, die un-  
bestromt ein Selbsthaltemoment aufbauen, das von einer  
Mittenlage aus in beide Drehrichtungen bis zu einem Maxi-  
mum ansteigt und danach wieder abfällt.

[0013] Fremderregte Verstellmotoren sind Gleichstrom-  
motoren, die von Haus aus kein Haltemoment besitzen. Dies-  
es bildet sich erst bei Bestromung derselben. Während das  
Selbsthaltemoment des Permanentmagnet-Verstellmotors  
ein passives, in beide Drehrichtungen wirkendes ist, handelt  
es sich bei dem Haltemoment des fremderregten Verstellmo-  
tors um ein aktives, das nur in eine Drehrichtung wirkt. Da-  
durch kommt es bei Nockenwellenmomenten mit Null-  
durchgängen zu verstärkten Drehschwingungsausschlägen  
der Nockenwelle. Diese sind mit entsprechendem Bauauf-  
wand durch rasches Umpolen des Erregerstromes im Takt  
der Nulldurchgänge zu kompensieren.

[0014] Der gleiche Effekt wirkt auch beim Verstärken des  
Selbsthaltemoments des Permanentmagnet-Verstellmotors  
durch Bestromen desselben. Hierbei erübrigt sich jedoch  
eine Umpolung des Erregerstromes, da das Selbsthaltemo-  
ment stabilisierend wirkt. Durch die Verwendung von Per-  
manentmagneten, deren Material seltene Erden aufweist,  
wird eine erhöhte Magnetkraft und dadurch ein entspre-  
chend erhöhtes Selbsthaltemoment erzielt. Als Verstellmo-  
tor kommt aber auch ein bürstenloser, fremderregter Reluk-  
tanzmotor in Frage.

[0015] Ist das Selbsthaltemoment eines Permanentma-  
gnet-Verstellmotors größer als das zum Verstellen der Nok-  
kenwelle benötigte Moment (z. B. bei niedrigen Nocken-  
wellendrehzahlen), kann die Verstellung erst erfolgen, wenn  
das elektrische Moment größer als das Selbsthaltemoment  
ist. Dies führt dazu, dass nach Überschreiten von dessen  
Maximum bei dem darauffolgenden Abfall die Verstellge-  
schwindigkeit sehr groß wird und eine Verstellung mit ge-  
ringer Geschwindigkeit und kleinen Regelsprüngen kaum  
möglich ist. Diese Schwierigkeiten werden dadurch umgan-  
gen, dass der Verstellmotor in Regellage mit kurzen Strom-  
impulsen beaufschlagt wird, die in ihrer Höhe, Frequenz  
und Richtung variierbar sind und so ein schrittweises Ver-  
stellen in beide Verstellrichtungen ermöglichen.

[0016] Die Vergrößerung des Haltemoments durch eine  
Bremsvorrichtung bietet den Vorteil, dass das Bremsmo-  
ment, ähnlich den Reibmomenten, ein passives, in beide  
Drehrichtungen wirksames ist. Außerdem ist der Aufbau der  
Bremsvorrichtungen vergleichsweise einfach und unauf-  
wendig.

[0017] Dadurch, dass die Bremsvorrichtung mit mechani-  
scher, elektromagnetischer, hydraulischer oder pneumati-  
scher Betätigung und Regelung ausführbar ist kann sie den  
jeweils vorliegenden Randbedingungen angepasst werden.

[0018] Eine besonders einfache Ausführung der Brems-  
vorrichtung besteht darin, dass diese als Federdruckbremse

ausgebildet und am oder im Verstellmotor angeordnet ist sowie bei annähernd stromlosen Zustand desselben selbstständig zum Eingriff kommt.

[0019] Die Leistung des Verstellmotors ist so ausgelegt, dass dieser bei Frühverstellung der Nockenwelle eine Verstellgeschwindigkeit von 30° bis 80° Nockenwinkel pro Sekunde ermöglicht.

[0020] Dadurch dass der Verstellmotor als Außen-, Zwischen- oder Innenrotormotor mit einem Walzen- oder Scheibenrotor ausbildbar ist und dass der Rotor und der Stator vertauschbar sind, besteht eine große Flexibilität bei der Gestaltung der Vorrichtung.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0021] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung und der Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung schematisch dargestellt ist. Die einzige Figur zeigt einen Querschnitt durch die erfindungsgemäße Vorrichtung mit Bremsvorrichtung jedoch ohne Steuereinheit.

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnung

[0022] Die erfindungsgemäße Vorrichtung dient zum lösbaren Verbinden und Verstellen der zueinander drehwinkelverstellbaren Kurbelwelle (nicht dargestellt) und Nockenwelle 1 mittels eines als Dreiwellegentriebe ausgebildeten Verstellgetriebes 2. Dieses weist eine kurbelwellenverbundene Antriebswelle 3 mit einem von der Kurbelwelle über Kette, Zahnriemen oder Zahnrad angetriebenen Nockenwellenantriebsrad 4 und eine nockenwellenverbundene Abtriebswelle 5 sowie einen mitrotierenden elektrischen Verstellmotor 6, 7 auf. Dessen Rotor 8 ist mit einer Verstellwelle 9 des Verstellgetriebes 2 und dessen Stator 10 mit der Antriebswelle 3 und einem Getriebegehäuse 11 fest verbunden.

[0023] Die Nockenwelle ist in ca. 90% der Betriebszeit des Verbrennungsmotors in sogenannten Regellagen fixiert und wird nur in ca. 10% der Betriebszeit verstellt. Das Fixieren einer Regellage wird durch ein Drehmomentengleichgewicht der drei Wellen 3, 5, 9 bzw. durch deren Gleichlauf erreicht. Dazu dient das Koppeln der Antriebswelle 3 mit der Verstellwelle 9 über ein Haltemoment des Verstellmotors 6, 7 und/oder über das Reibmoment einer Bremsvorrichtung 12, die den Rotor 8 und den Stator 10 durch mechanische Reibung lösbar verbindet.

[0024] Verstellmotoren 6, die einen Permanentmagnet-Rotor (z. B. ein Permanentmagnetgleichstrommotor) oder einen Permanentmagneten im Stator (magneteregter Gleichstrommotor) aufweisen, erzeugen ein Selbsthalte- oder Rastmoment. Das Selbsthaltemoment ist das maximale Drehmoment mit dem man einen nicht erregten Verstellmotor 6 an dessen Antriebswelle 9 bei festgehaltenem Stator 10 statisch belasten kann, ohne eine ungleichförmige aber kontinuierliche Drehung hervorzurufen.

[0025] Verstellmotoren, die ohne Permanentmagnete aufgebaut sind (z. B. schleifringlose Reluktanzmotoren oder fremderregte Verstellmotoren 7), besitzen fast kein Selbsthaltemoment. Sie erzeugen nur bei Erregung ein Haltemoment. Das Haltemoment ist das maximale Drehmoment mit dem man einen erregten Verstellmotor 7 statisch belasten kann, ohne eine kontinuierliche Drehung hervorzurufen.

[0026] Bei der Drehung der Nockenwelle 1 wirkt an der Rotorwelle des Verstellmotors 6, 7 das über das Verstellgetriebe 2 gewandelte Nockenwellenmoment. Um Nockenwellen- und Kurbelwellenposition zueinander zu fixieren, darf es zwischen den drei Getriebewellen 3, 5, 9 zu keiner Relativbewegung kommen, dass heißt, die drei Wellen müs-

sen mit der gleichen Drehzahl umlaufen. Dies bedeutet, dass auch keine Relativbewegung zwischen Rotor 8 und Stator 10 des Verstellmotors 6, 7 entstehen darf.

[0027] Es gibt verschiedene Möglichkeiten die drei Getriebewellen 3, 5, 9 zueinander zu fixieren. Ist das Selbsthaltemoment des Verstellmotors 6 mit Permanentmagneten größer als das gewandelte Nockenwellenmoment, gibt es zwischen dem Stator 10 und dem Rotor 8 des Verstellmotors 6 nur eine Relativbewegung bis zur Erreichung der Momentengleichgewichtslage mit geringer Amplitude. Da der Stator 10 des Verstellmotors 6 fest mit dem Nockenwellenantriebsrad 4 verbunden ist, hat der Rotor 8 des Verstellmotors 6 und somit die Verstellwelle 9 die gleiche Drehzahl wie das Nockenwellenantriebsrad 4. In diesem Fall rotiert auch die Nockenwelle 1 mit der Drehzahl des Nockenwellenantriebsrades 4, das heißt, es findet bei unbestromten Verstellmotor 6 keine Verstellung zwischen Nockenwelle 1 und Kurbelwelle statt.

[0028] Verstellmotoren 7 die keine Permanentmagnete aufweisen, müssen zum Erzeugen eines Haltemoments erregt, das heißt, stromdurchflossen sein. Ist das so erzeugte Haltemoment gleich dem gewandelten Nockenwellenmoment, gibt es auch in diesem Fall zwischen Rotor 8 und Stator 10 des Verstellmotors 7 keine Relativbewegung. Damit rotieren Nockenwellenantriebsrad 4, Verstellwelle 9 und Nockenwelle 1 mit gleicher Drehzahl, was bedeutet, dass die Nockenwelle 1 und die Kurbelwelle nicht gegeneinander verdreht werden.

[0029] Ein elektromagnetisch erzeugtes Haltemoment kann nur ein gewandeltes Nockenwellenmoment, das keinen Nulldurchgang (Richtungswechsel) hat, bzw. gewandeltes Reibmoment ohne großer Schwingwinkelamplituden kompensieren. Bei Momenten mit Nulldurchgängen müsste der Erregerstrom nach Größe und Richtung entsprechend schnell variiert werden, um einen ähnlichen Effekt wie mit Selbsthaltemoment zu erzielen.

[0030] Grundsätzlich kann die Position des Rotors 8 auch bei einem Nockenwellenmoment mit Nulldurchgang mit Strom, der in einer Richtung fließt, im Mittel gehalten werden, allerdings kommt es dann zu größeren Schwingwinkelamplituden zwischen Rotor 8 und Stator 10. Über Dauermagnete erzeugte Selbsthaltemomente können dagegen Nockenwellenmomente mit und ohne Nulldurchgang ohne große Schwingwinkelamplituden kompensieren.

[0031] Übersteigt bei einem Verstellmotor 6 mit Permanentmagnet das gewandelte Nockenwellenmoment das Selbsthaltemoment desselben, wird der Rotor 8 relativ zum Stator 10 verdreht und es findet eine Drehwinkelverstellung zwischen Nockenwelle 1 und Kurbelwelle statt.

[0032] Um in diesem Fall die Nockenwelle 1 und die Kurbelwelle zueinander zu fixieren, muss, wie oben erläutert, ein zusätzliches Moment entweder elektromagnetisch durch Bestromen des Verstellmotors 6 oder/und extern, beispielsweise durch eine mechanische Bremsvorrichtung 12, aufgebracht werden.

[0033] Bei einem fremderregten Verstellmotor 7 muss zur Erhöhung des Haltemoments der Motor entsprechend stärker bestromt werden, was zu erhöhter thermischer Belastung führt, oder es muss ein externes Moment, beispielsweise ein Bremsmoment, aufgebracht werden.

[0034] Ebenso kann bei Nockenwellenverstellern, bei denen die Nockenwelle 1 und die Kurbelwelle überwiegend durch ein externes Moment, z. B. durch die Bremsvorrichtung 12, zueinander fixiert werden ein zusätzliches Haltemoment durch Bestromen des Verstellmotors 6, 7 aufgebracht werden, um die Spitzen des Nockenwellenmoments aufzunehmen.

[0035] Zum Verstellen der Nockenwelle 1 relativ zur Kur-

belwelle wird der Verstellmotor 6, 7 bestromt, bis das Motormoment das gewandelte Nockenwellenmoment übersteigt und die Nockenwelle 1 zur Kurbelwelle mit der gewünschten Verstellgeschwindigkeit (vorzugsweise 30° bis 130° Nockenwinkel pro Sekunde) verstellt wird. Zum Verstellen in Richtung "früh" bzw. "spät" benötigt der Verstellmotor 6, 7 unterschiedliche Drehrichtungen. Weiterhin wird zum Verstellen in Nockenwellendrehrichtung mehr Leistung benötigt als entgegen der Nockenwellendrehrichtung, da in Nockenwellendrehrichtung zusätzlich des Nockenwellenreibmoment überwunden werden muss.

[0036] Erfindungsgemäß wird in einer ersten Variante der Verstellmotor 6 so dimensioniert, dass das Selbsthaltungsmoment der Permanentmagneten bei Leerlauf und niedrigen Drehzahlen des Verbrennungsmotors ausreicht, die Nockenwelle 1 und die Kurbelwelle zueinander fixieren. Dann muss nur bei höherer Belastung der Verstellmotor 6 gering bestrahlt oder/und ein externes Moment (z. B. das der Bremsvorrichtung 12) zum Fixieren der Kurbelwelle zur Nockenwelle 1 aufgebracht werden.

[0037] Grundsätzlich ist es auch möglich, den Verstellmotor 6 so zu dimensionieren, dass das Selbsthaltungsmoment immer größer als das gewandelte Nockenwellenmoment ist.

[0038] Ist das Selbsthaltungsmoment eines Verstellmotors 6 mit Permanentmagneten größer als das zum Verstellen benötigte Moment (z. B. bei geringen Nockenwellendrehzahlen), kann die Verstellung erst erfolgen, wenn das elektromagnetische Moment größer als das Selbsthaltungsmoment des Verstellmotors 6 ist. Dies führt dazu, dass die Verstellgeschwindigkeiten sehr hoch sind, das heißt, es kann nicht mit kleinen Verstellgeschwindigkeiten verstellt werden und es ist schwierig kleine Regelsprünge zu machen. Um dies zu umgehen, werden dem Verstellmotor 6 in Regellage kurze Stromstöße zugeführt, die bezüglich Frequenz, Betrag und Richtung variiert werden können. Dadurch können auch kleine Regelsprünge realisiert werden.

[0039] Das Verstellgetriebe 2 weist keine Selbsthemmung, dafür aber einen hohen mechanischen Wirkungsgrad auf und erreicht so günstige energetische Verhältnisse im Verstellbetrieb.

[0040] In einer zweiten Variante wird der fremderregte Verstellmotor 7 so dimensioniert, dass dessen Haltemoment bei geringer Bestromung im Leerlauf und bei niedriger Drehzahl des Verbrennungsmotors ausreicht, um die Nockenwelle 1 und die Kurbelwelle zueinander zu fixieren. Dabei treten höhere Schwingungswinkelamplituden bei Nockenwellenmomenten mit Nulldurchgang auf. Der Verstellmotor 7 muss nur bei höheren Lasten zusätzlich bestrahlt oder/und ein externes Moment (z. B. von der Bremsvorrichtung 12) zum Fixieren der Kurbelwelle zur Nockenwelle 1 aufgebracht werden.

[0041] Auch bei dieser Variante kann der Verstellmotor 7 so dimensioniert werden, dass das Haltemoment bei geringer Bestromung immer größer als das gewandelte Nockenwellenmoment ist. Auch hier wird das Verstellgetriebe 2 ohne Selbsthemmung und mit hohem Wirkungsgrad eingesetzt, um günstige energetische Verhältnisse im Verstellbetrieb zu erhalten.

[0042] In einer dritten Variante wird ein äußeres Haltemoment, z. B. durch die zuschalt- und regelbare mechanische Bremsvorrichtung 12 erzeugt. Dieses reicht bei Leerlauf und niedrigen Drehzahlen des Verbrennungsmotors aus, die Nockenwelle 1 und die Kurbelwelle zueinander zu fixieren, so dass nur bei höheren Lasten zusätzlich der Verstellmotor 6, 7 zum Fixieren der Nockenwelle 1 zur Kurbelwelle bestrahlt werden muss. Auch hierbei gilt, dass es möglich ist, ein äußeres Moment aufzubringen, das immer größer als das gewandelte Nockenwellenmoment ist. Auch in diesem Falle

wird ein Verstellgetriebe 2 ohne Selbsthemmung und mit hohem Wirkungsgrad eingesetzt, um günstige energetische Verhältnisse im Verstellbetrieb zu erhalten.

[0043] Alternativ kann das äußere Moment auch durch eine als Federdruckbremse ausgebildete Bremsvorrichtung 12 aufgebracht werden, die im oder am Verstellmotor 6, 7 integriert ist und bei annähernd stromlosen Zustand selbstständig zum Eingriff kommt.

[0044] Für die unterschiedlichen Momente sind bezogen auf die Abtriebswelle des Verstellmotors 6, 7 bzw. auf die Verstellwelle 9 vorzugsweise folgende Wertebereiche zu wählen:

- Selbsthaltungsmoment mit Permanentmagneten:  
0,05 bis 1,4 Nm, vorzugsweise 0,1 bis 0,7 Nm,
- elektromagnetisch erzeugtes Moment:  
0,1 bis 10 Nm, vorzugsweise 0,3 bis 0,5 Nm,
- äußeres Moment der Bremsvorrichtung 12:  
0,05 bis 10 Nm, vorzugsweise 0,1 bis 5 Nm.

[0045] Zusammengefasst bietet die erfindungsgemäße Vorrichtung folgende Vorteile:

1. Verbesserung des Wirkungsgrades aufgrund geringeren Strombedarfs beim Halten der Nockenwellenverstellvorrichtung in Regellage und günstigere energetische Verhältnisse im Verstellbetrieb durch Einsatz eines Verstellgetriebes 2 ohne Selbsthemmung;
2. keine bzw. geringe zusätzliche thermische Belastung des Verstellmotors 6, 7 beim Fixieren von Nockenwelle 1 zur Kurbelwelle. Dadurch kann der Verstellmotor 6, 7 kleiner dimensioniert werden, wodurch Kosten sinken. Bei gleicher Baugröße steigt dessen Lebensdauer;
3. die Steifigkeit des Nockenwellenantriebs wird durch ein wirksames Haltemoment vergrößert, wodurch die Drehwinkelschwingungen in den Regellagen reduziert werden.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Nockenwelle
- 2 Verstellgetriebe
- 3 Antriebswelle
- 4 Nockenwellenantriebsrad
- 5 Abtriebswelle
- 6 Verstellmotor mit Permanentmagnet
- 7 Verstellmotor mit Fremderregung
- 8 Rotor
- 9 Verstellwelle
- 10 Stator
- 11 Getriebegehäuse
- 12 Bremsvorrichtung

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum lösbaren Verbinden und Verstellen zweier zueinander drehwinkelverstellbarer Wellen, insbesondere der Kurbelwelle und der Nockenwelle (1) eines Verbrennungsmotors, mit einem als Dreiwellegengetriebe ausgebildeten Verstellgetriebe (2), dass eine kurbelwellenverbundene Antriebswelle (3) eine nokkenwellenverbundene Abtriebswelle (5) und einen mitrotierenden elektrischen Verstellmotor (6, 7) aufweist, dessen Rotor (8) mit einer Verstellwelle (9) des Verstellgetriebes (2) und dessen Stator (10) mit der Antriebswelle (3) fest verbunden sind, dadurch gekenn-

zeichnet, dass das zum Fixieren einer Regellage der Nockenwelle (1) erforderliche Drehmomentengleichgewicht der drei Wellen (3, 5, 9) bzw. deren Gleichlauf erreichbar ist durch das Koppeln der Antriebswelle (3) und der Verstellwelle (9), vorzugsweise über ein Haltemoment des Verstellmotors (6, 7) in Verbindung mit einer das Nockenwellenmoment auf das Niveau des Haltemoments wandelnden Übersetzung zwischen der Abtriebswelle (5) und der Verstellwelle (9) eines reibungsarm ausgebildeten Dreiwelgenretriebes.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Verstellmotor ein Permanentmagnet-Verstellmotor (6) oder ein fremderregter Verstellmotor (7) ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Permanentmagnete vorzugsweise seltene Erden aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Permanentmagnet Verstellmotor (6) durch Stromimpulse verstellbar ist, die in ihrer Höhe, Frequenz und Richtung variierbar sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Haltemoment der Verstellmotoren (6, 7) durch eine den Rotor (8) und den Stator (10) mittels Reibkräfte lösbar verbindende Bremsvorrichtung (12) vergrößerbar ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsvorrichtung (12) mit mechanischer, elektromagnetischer, hydraulischer oder pneumatischer Betätigung und Regelung ausführbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die mechanisch betätigbare Bremsvorrichtung (12) als Federdruckbremse ausgebildet und am oder im Verstellmotor (7) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsvorrichtung (12) mit mechanischer Betätigung bei annähernd stromlosen Zustand des Verstellmotors (6, 7) selbsttätig zum Einsatz kommt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Verstellmotor (6, 7) eine Leistung aufweist, die bei Frühverstellung der Nockenwelle (1) eine Verstellgeschwindigkeit von 30° bis 130° Nockenwinkel pro Sekunde ermöglicht.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Verstellmotor (6, 7) als Außen-, Zwischen- oder Innenrotormotor mit einem Walzen- oder Scheibenrotor ausbildbar ist und dass der Rotor (8) und der Stator (10) vertauschbar sind.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

